

Docket No. 214869US8/btm



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideyuki NASU, et al.

GAU: 2881

SERIAL NO: 10/032,450

EXAMINER:

FILED: January 2, 2002

FOR: OPTICAL MODULE, TRANSMITTER AND WDM TRANSMITTING DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2001-173150	June 7, 2001
JAPAN	2001-300529	September 28, 2001

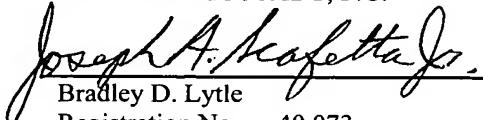
Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

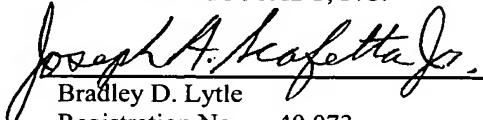
- are submitted herewith
- will be submitted prior to payment of the Final Fee
- were filed in prior application Serial No. filed
- were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1 has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- (B) Application Serial No.(s)
  - are submitted herewith
  - will be submitted prior to payment of the Final Fee

RECEIVED  
JUN 18 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800  
has been

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Bradley D. Lytle  
Registration No. 40,073

  
Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2001年 6月 7日

出願番号

Application Number: 特願2001-173150

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-173150 ]

出願人

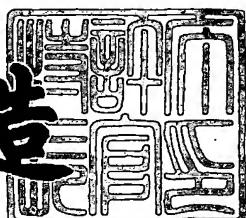
Applicant(s): 古河電気工業株式会社

RECEIVED  
JUN 18 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

2002年 3月 26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3020970

【書類名】 特許願

【整理番号】 A01030

【提出日】 平成13年 6月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/30

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株  
式会社内

【氏名】 那須 秀行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株  
式会社内

【氏名】 野村 剛彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096035

【弁理士】

【氏名又は名称】 中澤 昭彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043351

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9801417

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送信器、WDM光送信装置及び光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光を出力する発光素子と、  
前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、  
前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光  
フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、  
前記波長モニタ部から出力される信号に基づいて、前記発光素子から出力され  
るレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、前記温度調整部の  
調整温度を制御する制御部と、  
前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、  
前記温度検出部によって検出された温度に基づいて、前記光フィルタの温度特  
性に伴う前記ロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を前記制御部  
に出力する補正部と、  
を有することを特徴とする光送信器。

【請求項2】

前記光フィルタの表面に電気配線用の金属パターン部を有し、その金属パター  
ン部に前記温度検出部が取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の  
光送信器。

【請求項3】

前記光フィルタは、熱伝導性を有する材料で作られた基台に固定され、その基  
台の前記光フィルタ近傍に前記温度検出部が取り付けられていることを特徴とす  
る請求項1に記載の光送信器。

【請求項4】

前記波長モニタ部は、前記レーザ光を2分岐する分光器と、前記2分岐された  
レーザ光をそれぞれ受光し、光電変換し電気信号として出力する2つの受光器と  
を有し、

前記光フィルタは、前記2つの受光器のうち、少なくとも一方と分光器との間

に配置されることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1つの項に記載の光送信器。

【請求項5】

前記制御部は、前記2つの受光器の光電変換により出力された電流信号をそれぞれ電圧信号に変換する2つの電圧変換器と、2つの電圧変換器から出力される電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器と、その比較器から出力された制御信号に応じて、前記温度調整部の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器とを有することを特徴とする請求項4に記載の光送信器。

【請求項6】

前記補正部は、前記光フィルタの温度に応じた所定電圧を前記制御部の比較器に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、前記光フィルタの温度特性による波長ずれを補正することを特徴とする請求項5に記載の光送信器。

【請求項7】

前記発光素子からのレーザ光を受光するパワーモニタ用受光素子から出力される信号に基づいて、前記発光素子に注入する注入電流を制御する注入電流制御部を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つの項に記載の光送信器

【請求項8】

前記パワーモニタ用受光素子は、前記波長モニタ部の受光素子として兼用されることを特徴とする請求項7に記載の光送信器。

【請求項9】

前記請求項1乃至8のいずれか1つの項に記載の光送信器を複数有し、これら光送信器から出力された光信号を波長多重して送信することを特徴とするWDM光送信装置。

【請求項10】

レーザ光を出力する発光素子と、

前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、

前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光

フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、

前記光フィルタに直接又は光フィルタの近傍に配置され、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、

を有することを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重（WDM: Wavelength Division multiplexing）通信システムに利用される光送信器、WDM光送信装置及び光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、高密度WDMの分野では、光信号の波長が長期に渡って安定していることが要求される。そのため波長モニタの機能を光モジュール内に設ける技術が開発されており、例えば特開平2000-56185号公報に開示されている。

【0003】

図7は従来の光モジュールの構成を示す説明図である。図7に示すように、従来の光モジュールは、所定の発振波長のレーザ光を出力する半導体レーザダイオード等からなる発光素子50と、発光素子50に光結合され、発光素子50の前側（図7では右側）端面から出力されたレーザ光を外部に送出する光ファイバ51と、発光素子50の発振波長とほぼ同じカットオフ波長を持つ光フィルタ52と、発光素子50の後側（図7では左側）端面から出力されたレーザ光を2つに分光するハーフミラーからなるビームスプリッタ53と、ビームスプリッタ53によって分光された一方のレーザ光を光フィルタ52に透過させた後に受光するフォトダイオード等の第1の受光素子54と、ビームスプリッタ53によって分光された他方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第2の受光素子55と、発光素子50の温度を調整するペルチェモジュール56とを有する。また、光モジュールには制御部57が接続されている。制御部57は、第1の受光素子54及び第2の受光素子55から出力されるP.D電流に基づいて、発光素子50の

波長を制御するように、ペルチェモジュール56を制御する。

【0004】

図8は、制御部57の構成の一例を示すブロック図である。図8に示すように、制御部57は、例えば、第1の受光素子54から出力される第1のPD電流を第1の電圧V1に変換する第1の電圧変換器67と、第2の受光素子55から出力される第2のPD電流を第2の電圧V2に変換する第2の電圧変換器68と、第1の電圧変換器67から出力される第1の電圧V1及び第2の電圧変換器68から出力される第2の電圧V2の差又は比を制御信号として出力する比較器69と、比較器69から出力される制御信号に基づいてペルチェモジュール56の温度を上昇又は下降させる温度制御電流を出力するTEC(Thermo Electric Cooler)電流発生器70とを有する。

【0005】

発光素子50と光ファイバ51との間には、発光素子50の前側端面から出力されたレーザ光を光ファイバ51に結合する集光レンズ58が配置されている。また、発光素子50とビームスプリッタ53との間には、発光素子50の後側端面から出力されたレーザ光を平行にする平行レンズ59が配置されている。

【0006】

発光素子50、集光レンズ58及び平行レンズ59は、LDキャリア60上に固定されている。第1の受光素子54及び第2の受光素子55は、それぞれ第1のPDキャリア61及び第2のPDキャリア62に固定されている。

【0007】

ビームスプリッタ53、光フィルタ52、第1のPDキャリア61及び第2のPDキャリア62は、金属基板63上に固定されている。金属基板63は、LDキャリア60の表面に固定され、LDキャリア60は、ペルチェモジュール56上に固定されている。

【0008】

発光素子50、ビームスプリッタ53、光フィルタ52、集光レンズ58、平行レンズ59、LDキャリア60、第1のPDキャリア61、第2のPDキャリア62、金属基板63及びペルチェモジュール56は、パッケージ64内に設け

られている。また、光ファイバ51の先端部を保持するフェルール65は、パッケージ64の側部にスリーブ66を介して固定されている。

## 【0009】

発光素子50の前側端面から出力されたレーザ光は、集光レンズ58によって集光され、フェルール65によって保持された光ファイバ51に入射され外部に送出される。

## 【0010】

一方、発光素子50の後側端面から出力されたレーザ光は、平行レンズ59によって平行になり、ビームスプリッタ53によってZ軸方向（透過方向）と、Z軸方向に垂直なX軸方向（反射方向）との2つの方向に分岐される。Z軸方向に分岐されたレーザ光は、第1の受光素子54によって受光され、X軸方向に分岐されたレーザ光は、第2の受光素子55によって受光される。

## 【0011】

第1の受光素子54及び第2の受光素子55から出力されるPD電流は制御部57に入力され、制御部57は、入力されたPD電流の値に基づいて、発光素子50の波長を制御するように、ペルチェモジュール56の調整温度を制御する。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

図9は、レーザダイオードの経年劣化を説明するためのグラフである。図9に示すように、レーザダイオードを備えた光モジュールの使用開始時には、そのしきい値は $I_{th}$ である。また、所定の光出力 $P_f$ が得られるように、APC (Auto Power Control)回路が駆動する。

## 【0013】

光モジュールの使用開始時において光出力 $P_f$ を得るためのレーザダイオードへの注入電流は $I_{op}$ である。レーザダイオードが長期間使用され続けるとその特性は劣化し、所定期間終了時のしきい値は初期状態から上昇し、 $I_{th'}$ となる。また、光出力 $P_f$ を得るためのレーザダイオードへの注入電流も $I_{op'}$ に上昇する。

## 【0014】

また、図10に示すように、レーザダイオードの発振波長はLDキャリア（サブマウント）の温度が一定の場合、注入電流依存性を有し、その依存性は通常0.01 nm/mA程度である。従って、LDキャリアの温度が一定の場合にレーザダイオードの経年劣化が生じた時、発振波長は長い方へシフトする。

## 【0015】

このような特性を有するレーザダイオードを波長ロックするために光フィルタが使用される。すなわち、波長をモニタしてレーザダイオードを載せるLDキャリアの温度をペルチェモジュールによって調整し、図11で示す波長ロックポイントPに光モジュールの発振波長を固定する。発振波長はレーザダイオードの経年劣化により注入電流が増大した時、レーザダイオードの活性層の温度が上昇して長波長側へシフトするが、光フィルタを用いた波長モニタを駆動することにより、波長シフトを補正するために、ペルチェモジュールによってLDキャリアの温度を低下させる。

## 【0016】

ところで、光フィルタは例えば石英で作られており、光透過特性に温度依存性（以下、単に温度特性という）を有する。例えば、ある光フィルタでは波長-光透過率特性が0.01 nm/°Cの割合で短波側にシフトする。

## 【0017】

従来の光モジュールでは、例えば図7に示すように、発光素子50と光フィルタ52とがほぼ同温に保たれるように、熱的に接続されている。そのため、発光素子50を載せるLDキャリア60の温度が低下すると光フィルタ52の温度も低下し、光フィルタ52の特性が変化する。すなわち、波長モニタを駆動して所定の期間が過ぎて、発光素子50が経年劣化すると、発光素子50への注入電流が増加し、発光素子50の温度が上昇する。これにより、ずれた波長を補正するために制御部57により、ペルチェモジュール56が制御され、発光素子50の温度が低下し、それに伴い光フィルタ52の温度が低下する。光フィルタの温度低下によって、初期の波長特性が得られなくなり、図12に示すように、光フィルタ特性は全体的に短波側へシフトする。図12で、Pは初期のロック波長P、Oは所定時間駆動後のロック波長P'を示す。このように、ロック波長がPから

P'へとシフトしてしまい、所望の波長の光を得ることができなかった。波長モニタを駆動した場合の注入電流とロック波長の関係は、図13に示すようになり、発振波長は電流依存性を有する。

## 【0018】

このような光フィルタの温度変化に伴うロック波長のずれは、クロストークによる信号劣化の原因になり、波長安定化が要求される高密度WDMシステムにとって好ましくない。

## 【0019】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、光フィルタの有する温度特性に伴うロック波長のずれを簡易に補正し、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる光送信器、WDM光送信装置及び光モジュールを提供することを目的とする。

## 【0020】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の光送信器は、レーザ光を出力する発光素子と、前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、前記波長モニタ部から出力される信号に基づいて、前記発光素子から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、前記温度調整部の調整温度を制御する制御部と、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、前記温度検出部によって検出された温度に基づいて、前記光フィルタの温度特性に伴う前記ロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を前記制御部に出力する補正部とを有することを特徴とするものである。

## 【0021】

前記光フィルタの表面に電気配線用の金属パターン部を有し、その金属パターン部に前記温度検出部が取り付けられていてもよい。

## 【0022】

前記光フィルタは、熱伝導性を有する材料で作られた基台に固定され、その基台の前記光フィルタ近傍に前記温度検出部が取り付けられていてもよい。

## 【0023】

前記波長モニタ部は、前記レーザ光を2分岐する分光器と、前記2分岐されたレーザ光をそれぞれ受光し、光電変換し電気信号として出力する2つの受光器とを有し、前記光フィルタは、前記2つの受光器のうち、少なくとも一方と分光器との間に配置されていてもよい。

## 【0024】

前記制御部は、前記2つの受光器の光電変換により出力された電流信号をそれぞれ電圧信号に変換する2つの電圧変換器と、2つの電圧変換器から出力される電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器と、その比較器から出力された制御信号に応じて、前記温度調整部の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器とを有してもよい。

## 【0025】

前記補正部は、前記光フィルタの温度に応じた所定電圧を前記制御部の比較器に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、前記光フィルタの温度特性による波長ずれを補正するものでもよい。

## 【0026】

前記発光素子からのレーザ光を受光するパワーモニタ用受光素子から出力される信号に基づいて、前記発光素子に注入する注入電流を制御する注入電流制御部を有してもよい。

## 【0027】

前記パワーモニタ用受光素子は、前記波長モニタ部の受光素子として兼用されてもよい。

## 【0028】

本発明のWDM光送信装置は、前記光送信器を複数有し、これら光送信器から出力された光信号を波長多重して送信することを特徴とするものである。

## 【0029】

本発明の光モジュールは、レーザ光を出力する発光素子と、前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、前記

光フィルタに直接又は光フィルタの近傍に配置され、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部とを有することを特徴とするものである。

## 【0030】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

## 【0031】

図1に示すように、本発明の第1実施形態例に係る光送信器は、レーザ光を出力する半導体レーザダイオード等の発光素子1と、発光素子1から出力されるレーザ光のうち、後側端面（図1では左側）から出力されるモニタ用のレーザ光を受光する波長モニタ部2と、発光素子1の温度を制御するペルチエ素子等の温度調整部3と、波長モニタ部2から出力される信号に基づいて、発光素子1から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、温度調整部3の調整温度を制御する制御部4と、発光素子1の前側端面（図1では右側）から出力されたレーザ光を入射し、外部に送出する光ファイバ17と、内部を気密封止するパッケージ18とを有する。

## 【0032】

ここで、発光素子1、波長モニタ部2、温度調整部3、光ファイバ17を有し、図1の点線で囲った部分で光モジュールMが構成されている。

## 【0033】

波長モニタ部2は、発光素子1を気密封止するパッケージ18の内部に配置される。波長モニタ部2は、発光素子1の後側端面から出力され、平行レンズ5によって平行になったレーザ光を2つに分光するハーフミラー6と、ハーフミラー6によって分光された一方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第1の受光素子7と、ハーフミラー6によって分光された他方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第2の受光素子8と、ハーフミラー6と第1の受光素子7との間に配置された光フィルタ9とを有する。第1の受光素子7及び第2の受光素子8は、それぞれ第1のPDキャリア10及び第2のPDキャリア11に固定されている。光フィルタ9は、波長-透過光強度特性に周期性があるものであり、例

えばファブリペロエタロン、誘電体多層膜フィルタ等が用いられる。

## 【0034】

発光素子1はLDキャリア12上に固定されている。また、LDキャリア12と波長モニタ部2はベース19上に固定されている。従って、発光素子1と光フィルタ9とは熱的に接続されており、温度調整部3による発光素子1の温度変化に応じて、光フィルタ9の温度も変化することになる。

## 【0035】

光フィルタ9の温度を検出するため、サーミスタ等の温度検出部20が設けられている。温度検出部20は、光フィルタ9の温度を精度よく検出するために、光フィルタ9に直接取り付けられているか又は光フィルタ9の近傍に配置されている。

## 【0036】

制御部4は、第1の受光素子7から出力される第1のPD電流を第1の電圧V1に変換する第1の電圧変換器13と、第2の受光素子8から出力される第2のPD電流を第2の電圧V2に変換する第2の電圧変換器14と、第1の電圧変換器13から出力される第1の電圧V1及び第2の電圧変換器14から出力される第2の電圧V2との電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器15と、その比較器15から出力された制御信号に応じて、温度調整部3の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器16とを有する。なお、第1の電圧変換器13から出力された第1の電圧V1及び第2の電圧変換器13から出力された第2の電圧V2を增幅する增幅器(図示せず)を、比較器15の前段に設けてもよい。

## 【0037】

温度検出部20は、補正部21に接続されている。補正部21は、温度検出部20によって検出された温度に基づいて、光フィルタ9の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部4に出力する。より具体的には、補正部21は、光フィルタ9の温度に応じた所定電圧を制御部4の比較器15に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、光フィルタ9の温度特性による波長ずれを補正する。例えば、図4に示すよう

に、光フィルタ9の温度特性により、初期状態から所定時間駆動後では、波長持性が短波長側へシフトする。初期のロック波長を維持するために、まず、光フィルタ9の温度特性を予め取得しておく。温度検出部20で光フィルタ9の温度を検出し、補正部21によって、検出された温度変化に応じて適切な補正電圧を出力し、制御部4の比較器15にフィードバックする。補正電圧により制御電圧信号の0V点をオフセットする。図4において、初期状態の0V点から、所定時間を駆動して光フィルタ9の温度変化によって波長特性がずれた時、この温度変化を検出して、温度変化に応じた電圧 $\Delta V$ を出力する。これにより0V点が初期状態から $\Delta V$ だけ低下した点が0V点となる。この時の0V点に波長ロックがなされるので、初期状態の波長から変わることなく、安定して波長ロックを行うことができる。

## 【0038】

オフセットする電圧値については、あらかじめ2つの温度について最適な電圧値を測定しておき、それに基づいて線形的に計算して設定したり、あるいは温度に対する最適なオフセット電圧値を格納したデータベースから読み出してもよい。

## 【0039】

光フィルタ9の温度を精度良く検出するために、例えば図2に示すように、温度検出部20を直接光フィルタ9上にボンディングして配置してもよい。この場合、光フィルタ9には予め金属膜22の配線パターンを形成しておき、その金属膜22の上に温度検出部20を半田等で取り付ける。光フィルタ9上に取り付けられた温度検出部20を光モジュールMの外部のピンに配線して補正部21に電気的に接続する。

## 【0040】

また、図3に示すように、光フィルタ9の温度を精度よく検出するために、光フィルタ9を熱伝導率の良好な材料、例えば、CuW、コバルト等の金属、AlNなどのセラミック等で作られた基台23に固定し、その基台23の光フィルタ9近傍に温度検出部20を取り付ける。この温度検出部20を光モジュールMの外部のピンに配線して補正部21に電気的に接続する。

## 【0041】

発光素子1の前側（図1では右側）には、その前側端面から出力されたレーザ光を平行にする平行レンズ24が設けられている。また、平行レンズ24の前側には、発光素子1への戻り光を阻止する光アイソレータ25が設けられている。光アイソレータ25は、例えば偏光子とファラデー回転子を組み合わせて構成される周知のものである。

## 【0042】

パッケージ18の側部に形成されたフランジ部18aの内部には、光アイソレータを通過したレーザ光が入射する窓部26と、レーザ光を集光する集光レンズ27が設けられている。

## 【0043】

光ファイバ17の先端部は金属製のフェルール28によって保持され、そのフェルール28は、フランジ部18aの端部に固定されるスライドリング29の内部にYAGレーザ溶接により固定される。

## 【0044】

発光素子1の前側端面から出力されるレーザ光は、平行レンズ24で平行になり、光アイソレータ25、窓部26を介して集光レンズ27によって集光され、光ファイバ17に入射され外部に送出される。

## 【0045】

一方、発光素子1の後側端面から出力されたレーザ光は、平行レンズ5によって平行になり、ハーフミラー6によってZ軸方向（透過方向）と、Z軸方向に垂直なX軸方向（反射方向）との2つの方向に分岐される。X軸方向に分岐されたレーザ光は、光フィルタ9を介して第1の受光素子7によって受光され、Z軸方向に分岐されたレーザ光は、第2の受光素子8によって受光される。第1の受光素子7及び第2の受光素子8から出力される第1のPD電流及び第2のPD電流は制御部4に入力される。

## 【0046】

制御部4では、第1の電圧変換器13により第1のPD電流を第1の電圧V1に変換し、第2の電圧変換器14により第2のPD電流を第2の電圧V2に変換

し、比較器15により第1の電圧V1及び第2の電圧V2の電圧の差又は比を制御信号として出力する。比較器15から出力される制御信号は電流発生器16に入力される。電流発生器16は、比較器15からの制御信号に基づいて温度調整部3の温度を上昇又は下降させる温度制御電流を選択的に出力する。これによつて、発光素子1から出力されるレーザ光の発振波長を所望の波長に制御することができる。

## 【0047】

また、温度検出部20は光フィルタ9の温度を検出し、補正部21が、温度検出部20によって検出された光フィルタ9の温度に基づいて、光フィルタ9の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部4に出力する。従つて、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる。その結果、光信号の信号劣化を低減でき、信頼性の高い光モジュール及び光送信器を提供することができる。

## 【0048】

図5は、本発明の第2の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

## 【0049】

本発明の第2の実施の形態では、波長モニタ部2の受光素子8から出力される信号に基づいて、発光素子1に注入電流を制御する注入電流制御部30を有する。第2の実施の形態によれば、注入電流制御部30によって発光素子1の動作をフィードバックしてAPC (Auto Power Control)制御することが可能となる。なお、波長モニタ部2の受光素子8の代わりに、パワーモニタ用PDを専用に設けてもよい。また、制御部4と注入電流制御部30とを一体化して設けてもよい。

## 【0050】

図6は、本発明の第3の実施形態例に係る波長分割多重通信システムに用いられるWDM光送信装置を示す説明図である。

## 【0051】

図6に示すように、波長分割多重通信システムは、光信号を送信する複数の光

送信器31と、その光送信器31から送信された複数チャネルの光信号を波長多重化する合波器32と、その合波器32により波長多重化された多重化光信号を増幅中継するために複数段に接続された複数の光増幅器33と、光増幅器33により増幅された光信号を各チャネル毎に波長分離する分波器34と、その分波器34により波長分離された各光信号を受信する複数の光受信器35とを有する。

#### 【0052】

本発明の第3の実施形態例に係るWDM光送信装置36は、第1及び第2の実施形態例に係る光送信器31を複数有し、これら光送信器31から出力された光信号を波長多重して送信する。従って、光送信器31から発振する光信号の波長が安定するので、信頼性の高い高密度WDMシステムを構築することが可能となる。

#### 【0053】

本発明は、上記実施の形態に限定されることはなく、特許請求の範囲に記載された技術的事項の範囲内において、種々の変更が可能である。例えば、発光素子1と光フィルタ9はそれぞれ異なるベース上に固定され、各々のベースが中間部材を介して熱的に接続していくてもよい。

#### 【0054】

また、ハーフミラー6の代わりにプリズムを用いることも可能である。

#### 【0055】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、補正部が、温度検出部によって検出された光フィルタの温度に基づいて、光フィルタの温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部に出力するので、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる。その結果、光信号の信号劣化を低減でき、信頼性の高い光モジュール及び光送信器を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

#### 【図2】

光フィルタに取り付けられた温度検出部を示す斜視図である。

【図3】

光フィルタを支持する基台の光フィルタ近傍に取り付けられた温度検出部を示す斜視図である。

【図4】

ロック波長のずれの補正方法を説明するためのグラフである。

【図5】

本発明の第2の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

【図6】

本発明の第3の実施形態例に係る波長分割多重通信システムに用いられるWDM光送信装置を示す説明図である。

【図7】

従来の光モジュールの構成を示す説明図である。

【図8】

制御部の構成の一例を示すブロック図である。

【図9】

レーザダイオードの経年劣化を説明するためのグラフである。

【図10】

レーザダイオードのLDキャリアの温度一定時における注入電流と発振波長の関係を示すグラフである。

【図11】

光フィルタの波長特性とロック波長の関係を示すグラフである。

【図12】

光フィルタの温度変化によるロック波長のずれを説明するためのグラフである

【図13】

波長モニタ駆動時の注入電流とロック波長の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1：発光素子

- 2 : 波長モニタ部
- 3 : 温度調整部
- 4 : 制御部
- 5 : 平行レンズ
- 6 : ハーフミラー
- 7 : 第1の受光素子
- 8 : 第2の受光素子
- 9 : 光フィルタ
- 10 : 第1のPDキャリア
- 11 : 第2のPDキャリア
- 12 : LDキャリア
- 13 : 第1の電圧変換器
- 14 : 第2の電圧変換器
- 15 : 比較器
- 16 : 電流発生器
- 17 : 光ファイバ
- 18 : パッケージ
- 19 : ベース
- 20 : 温度検出部
- 21 : 補正部
- 22 : 金属膜
- 23 : 基台
- 24 : 平行レンズ
- 25 : 光アイソレータ
- 26 : 窓部
- 27 : 集光レンズ
- 28 : フェルール
- 29 : スライドリング
- 30 : 注入電流制御部

3 1 : 送信器

3 2 : 合波器

3 3 : 光增幅器

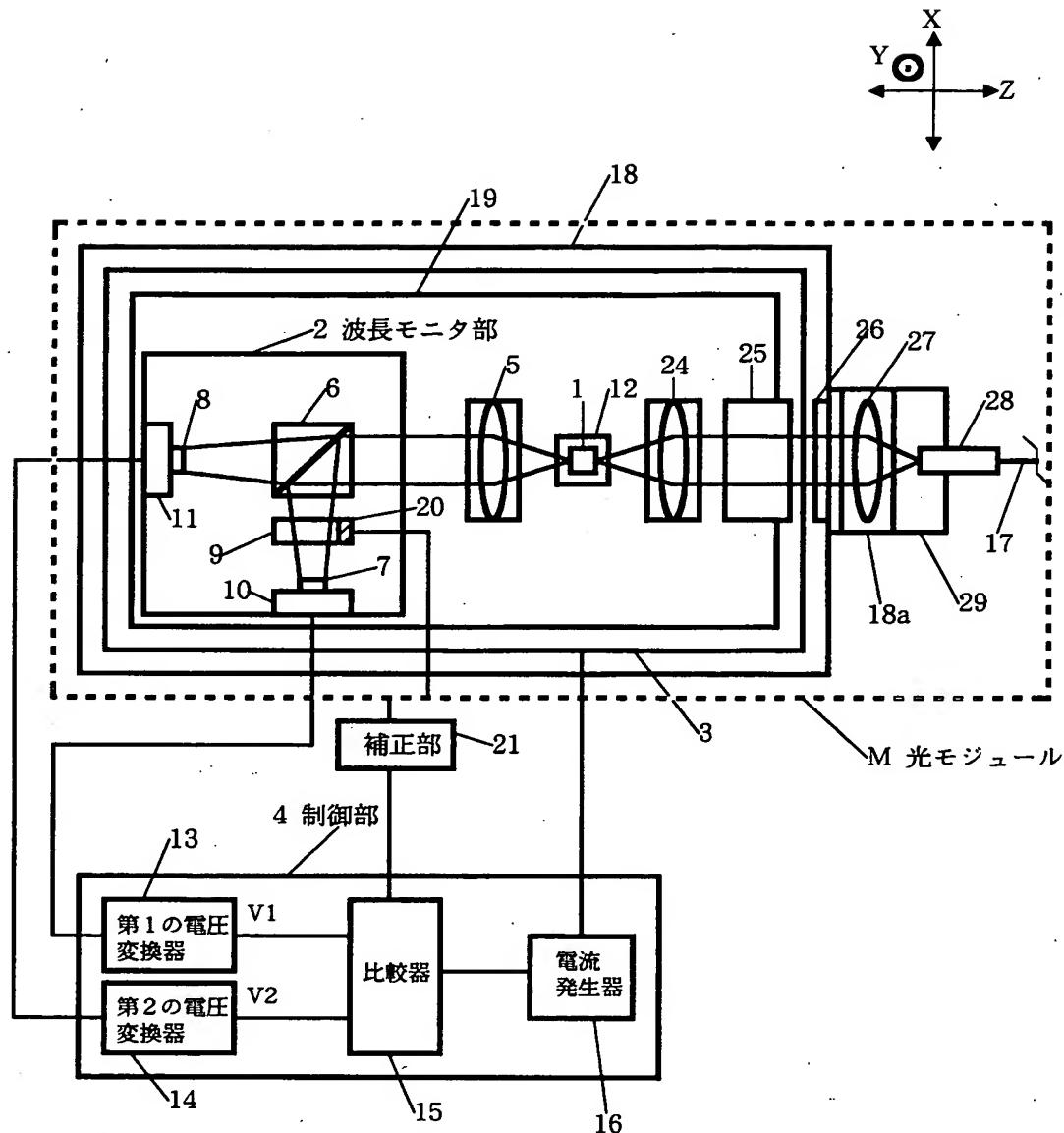
3 4 : 分波器

3 5 : 光受信器

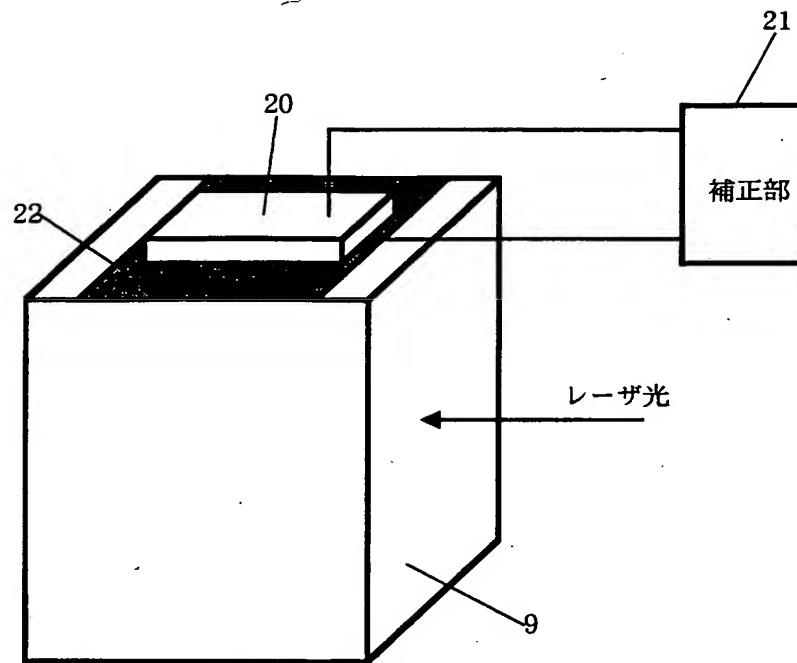
3 6 : WDM光送信装置

【書類名】 図面

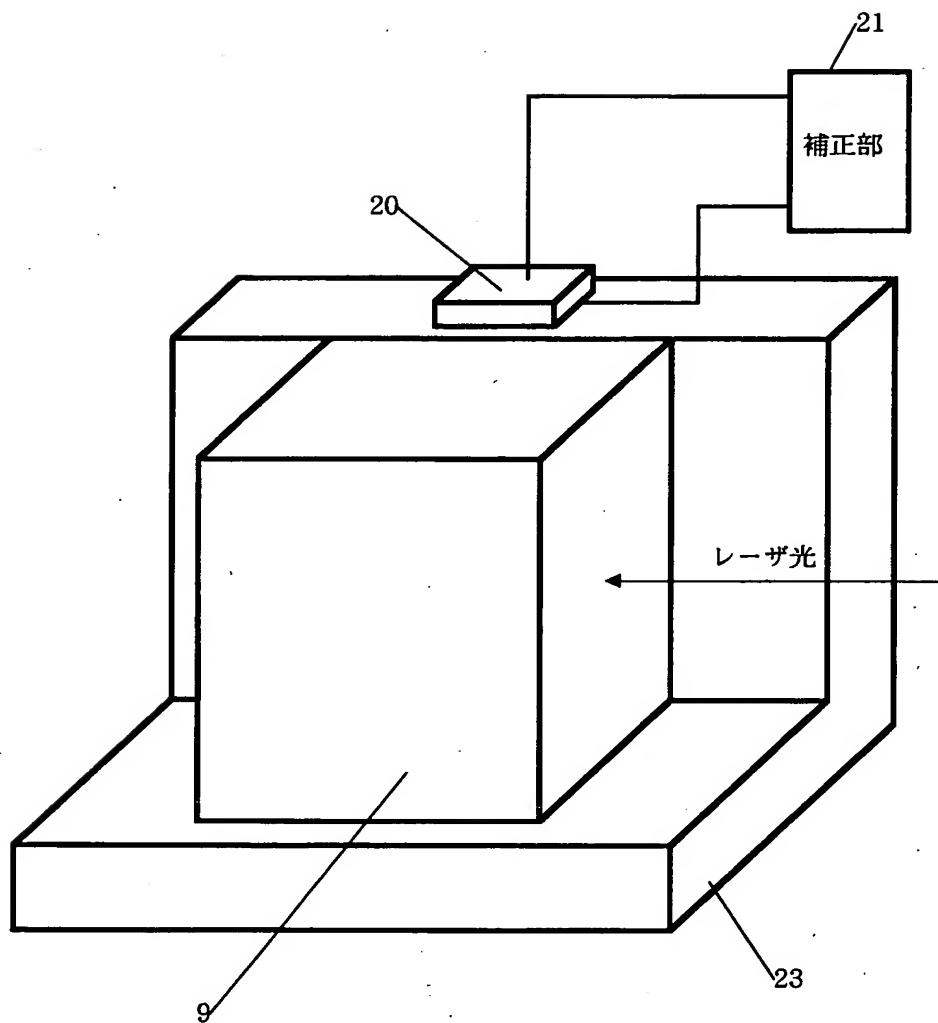
【図1】



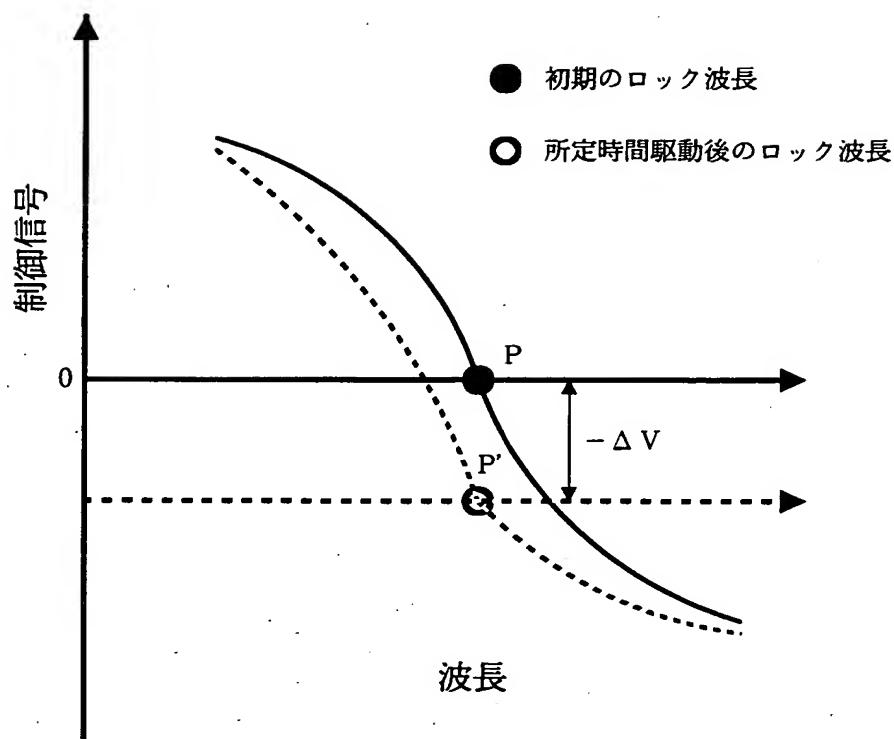
【図2】



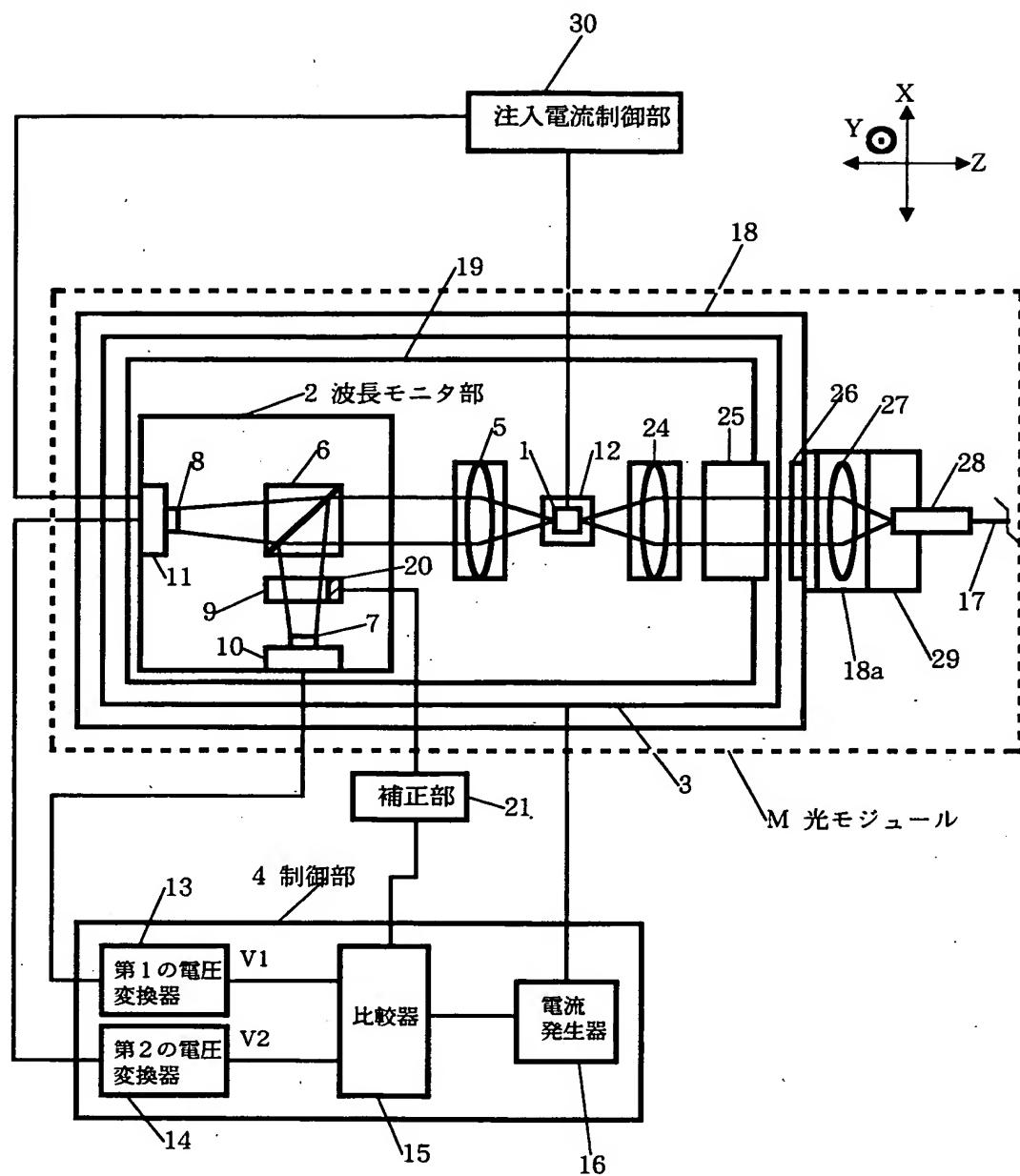
【図3】



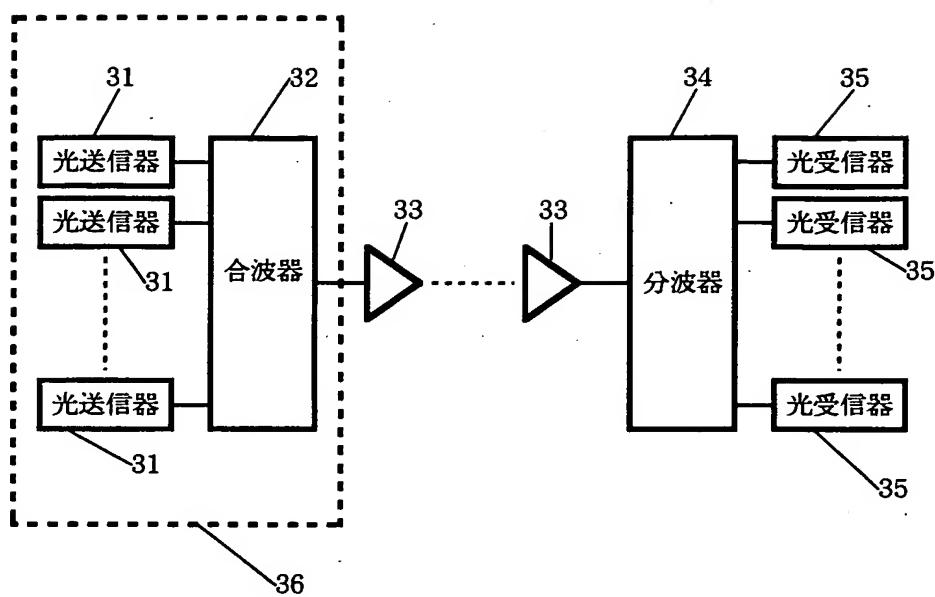
【図4】



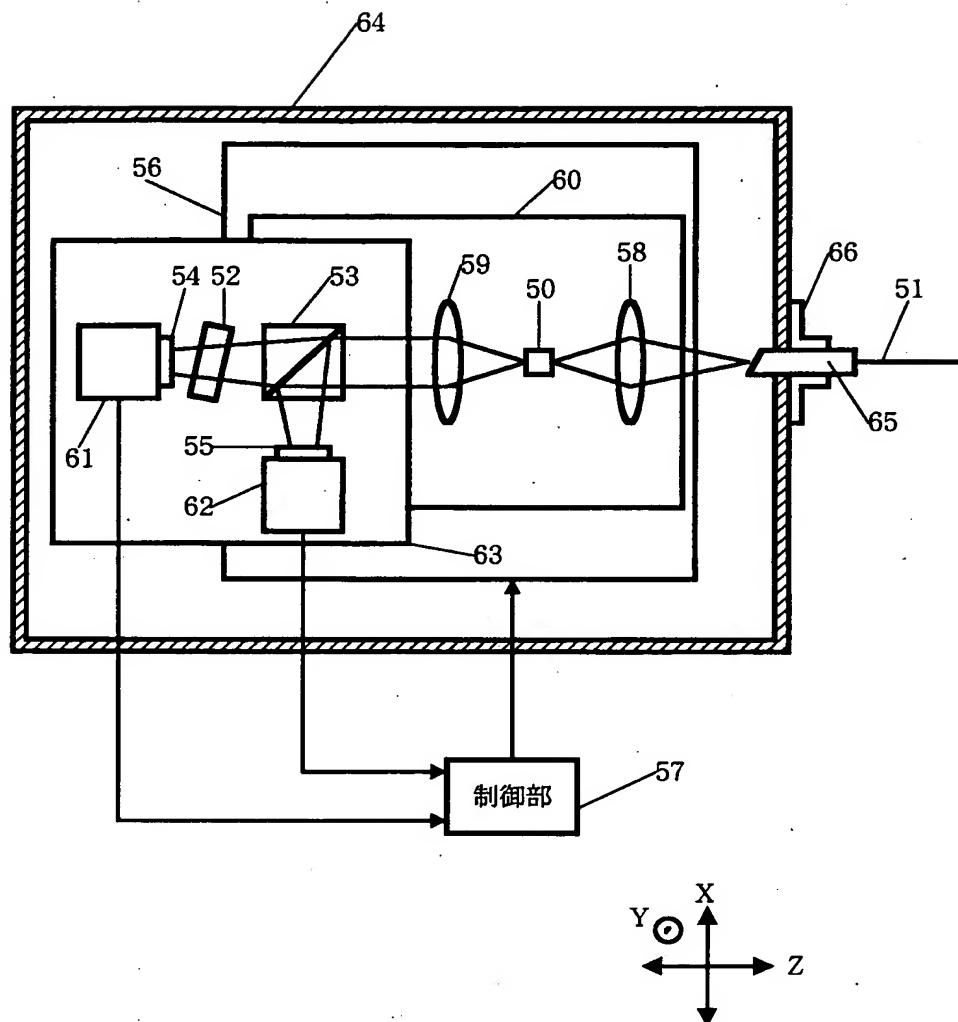
【図5】



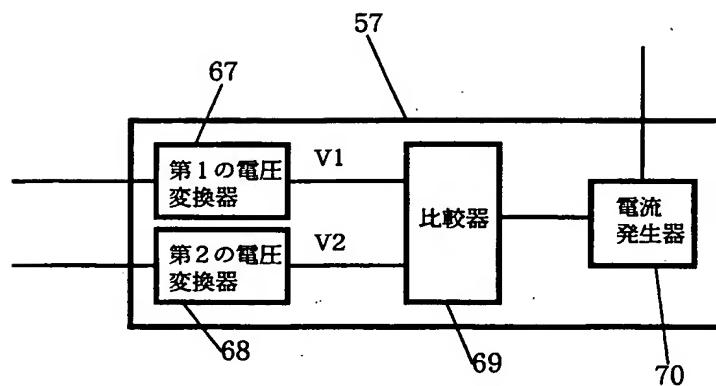
【図6】



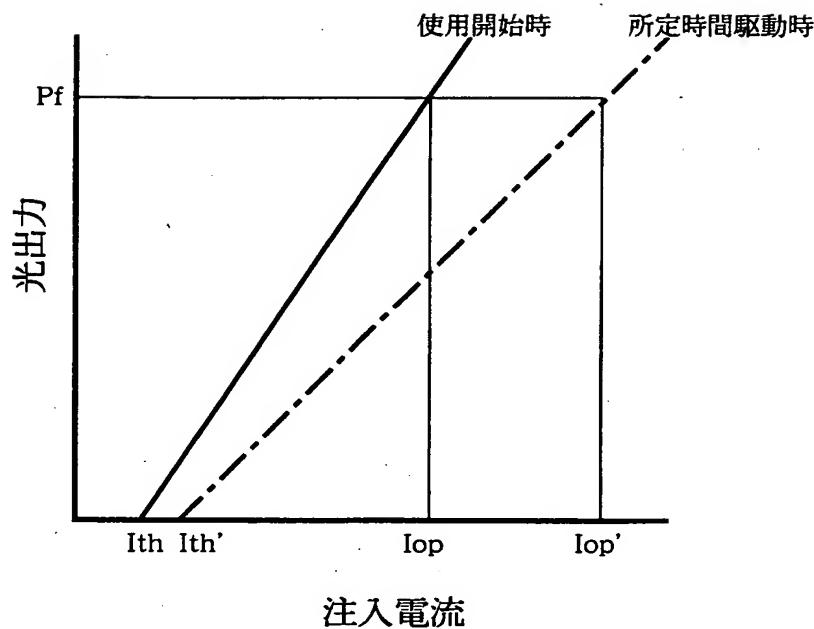
【図7】



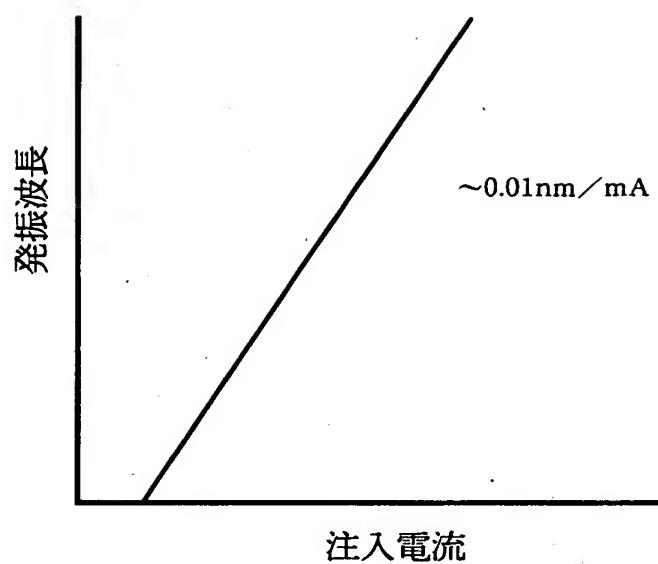
【図8】



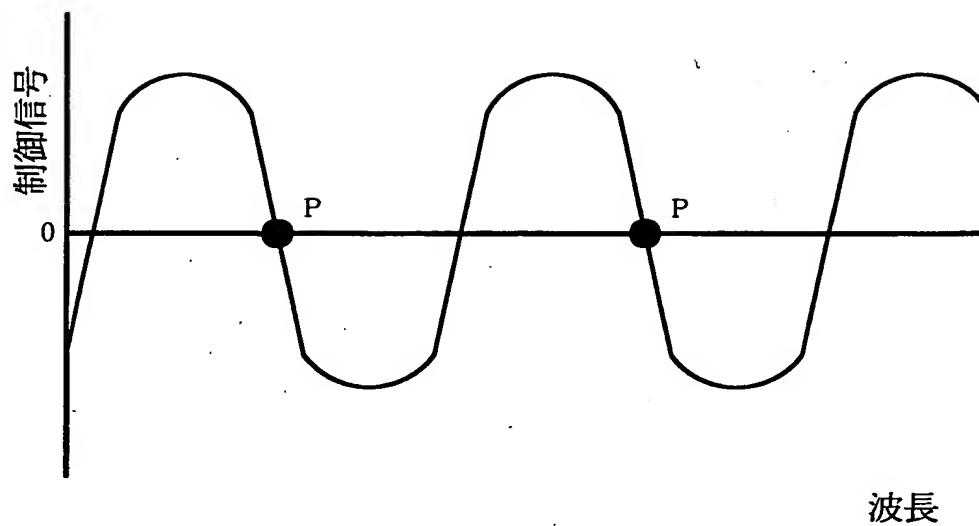
【図9】



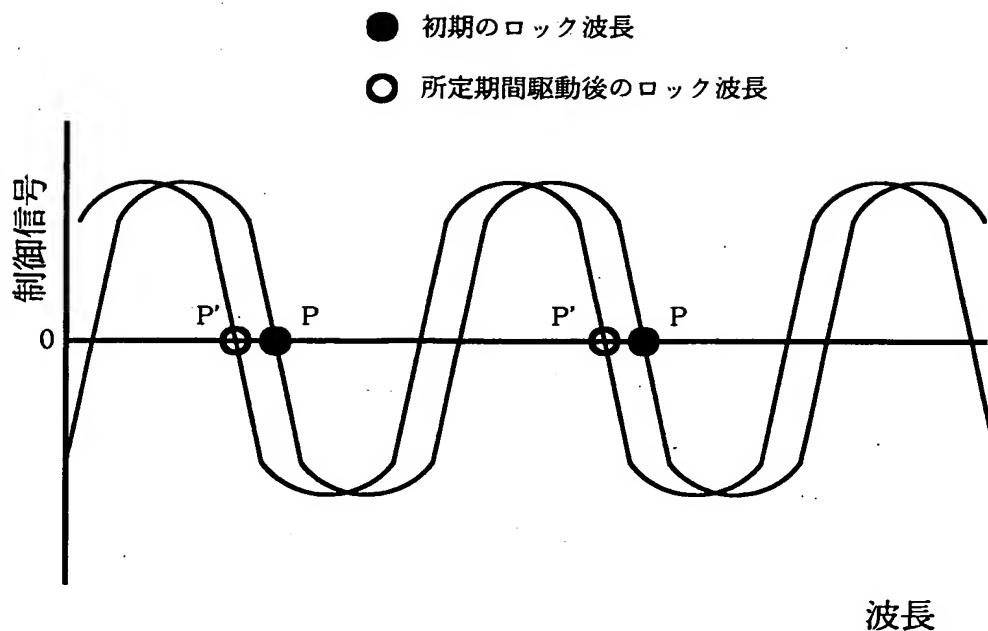
【図10】



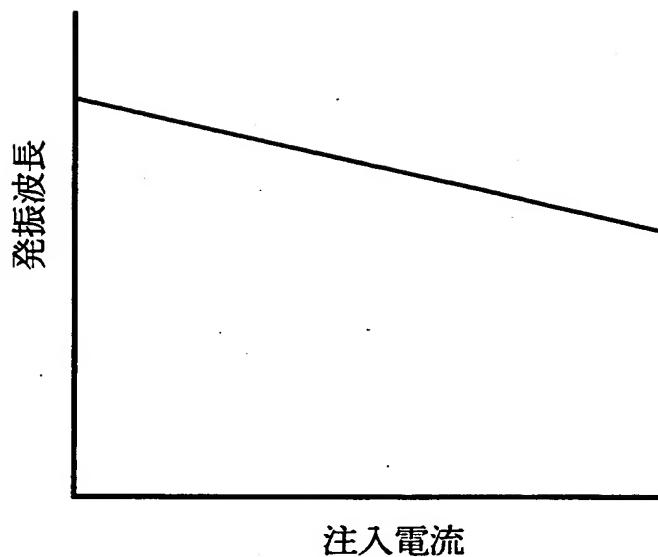
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光フィルタの有する温度特性に伴うロック波長のずれを簡易に補正し、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる光送信器、WDM光送信装置及び光モジュールを提供する。

【解決手段】

この光送信器は、レーザ光を出力する発光素子1と、発光素子1の温度を調整する温度調整部3と、発光素子1から出力されるレーザ光を、発光素子1と熱的に接続された光フィルタ9を通過させて受光する波長モニタ部2と、波長モニタ部2から出力される信号に基づいて、発光素子1から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、温度調整部3の調整温度を制御する制御部4と、光フィルタ9の温度を検出する温度検出部20と、温度検出部20によって検出された温度に基づいて、光フィルタ9の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部4に出力する補正部21と有する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

氏 名 古河電気工業株式会社